Caractérisation environnementale d'un site mytilicole expérimental dans la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine (Québec)

G.Tita[1], J.-F. Crémer[2], B. Long[2] et G. Desrosiers[3]

[1] Université du Québec à Rimouski
Institut des sciences de la mer (ISMER)
Entente MAPAQ-UQAR
Station technologique maricole des Îles-de-la-Madeleine
184, rue Principale
Cap-aux-Meules (QC) G4T 1C6

[2] INRS-ETE
880 Ch. Ste-Foy
C.P. 7500
Ste-Foy (QC) G1V 4C7

[3] Université du Québec à Rimouski
Institut des sciences de la mer (ISMER)
310, allée des Ursulines
Rimouski (QC) G5L 3A1

2004

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2559

Pêches et Océans
Fisheries and Oceans
Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

105-02657/

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2559

2004

Caractérisation environnementale d'un site mytilicole expérimental dans la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine (Québec)

G. Tita[1], J.-F. Crémer[2], B. Long[2] et G. Desrosiers[3]

[1] Université du Québec à Rimouski
Institut des sciences de la mer (ISMER)
Entente MAPAQ-UQAR
Station technologique maricole des Îles-de-la-Madeleine
184, rue Principale
Cap-aux-Meules (QC) G4T 1C6
E-mail: guglielmo.tita@partenaires.mapaq.gouv.qc.ca

[2] INRS-ETE
880 Ch. Ste-Foy
C.P. 7500
Ste-Foy (QC) G1V 4C7

[3] Université du Québec à Rimouski
Institut des sciences de la mer (ISMER)
310, allée des Ursulines
Rimouski (QC) G5L 3A1

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2004
No de cat. Fs 97-6/2559F ISSN 1488-545X

On devra citer la publication comme suit :

Tita G., Crémer J.-F., Long B. et Desrosiers G. 2004. Caractérisation environnementale d'un site mytilicole expérimental dans la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine (Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2559: v + 17 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX iv

LISTE DES FIGURES iv

RÉSUMÉ v

ABSTRACT v

1.0 INTRODUCTION 1

2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES 2

2.1 Zone d'étude et échantillonnage 2
2.2 ANALYSES SÉDIMENTOLOGIQUES 3
2.3 Analyses fauniques 5
2.3.1 Macrofaune 5
2.3.2 Méiofaune 5

3.0 RÉSULTATS 6

3.1 Sédiment et courants 6
3.2 Macrofaune 7
3.3 Méiofaune 7

4.0 CONCLUSIONS 13

5.0 REMERCIEMENTS 14

6.0 RÉFÉRENCES 15

ANNEXE 1: Données hydrologiques (courantomètre S4) 17

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Coordonnées (GPS) des dix stations échantillonnées et du courantomètre S4. 4

Tableau 2. Caractéristiques du sédiment. MOT = matière organique totale.; Moy = moyenne; ET = écart-type; n.d. = donnée non-disponible. 8

Tableau 3. Composition et abondance (nombre d'individus par échantillon) de la macrofaune aux dix stations échantillonnées avec une benne Peterson (surface d'échantillonnage = 305 x 305 mm). 10

Tableau 4. Composition et abondance (nombre d'individus par 10 cm^2) de la méiofaune dans les dix stations échantillonnées; Moy = moyenne; ET = écart-type. 11

Tableau 5. Abondance relative (%) des espèces de nématodes identifiées à cinq stations aléatoirement sélectionnées; Moy = abondance relative moyenne; G.F. = groupes trophiques (voir figure 5 pour légende). 12

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Zone d'étude. Le petit encadré montre la localisation de la zone d'étude dans la baie de Plaisance des Îles-de-la-Madeleine. La ligne discontinue représente le périmètre du site mytilicole expérimental (500 x 500 m). Les trois filières sont indiquées avec des lignes continues. Les points noirs indiquent les stations échantillonnées. Le cercle vide indique l'emplacement du courantomètre. 4

Figure 2. Fréquence cumulée (barres) et fréquence simple (courbe) des vitesses des courants d'eau enregistrées par le courantomètre S4 (fréquence de lecture = 20 minutes; Nombre total de lectures = 5 915). La valeur nominale de chaque classe de l'abscisse représente la valeur minimum de l'intervalle de vitesse correspondant. La barre foncée représente l'intervalle de la vitesse moyenne des courants (6-7 $cm \cdot s^{-1}$). 9

Figure 3. Vitesse moyenne ($cm \cdot s^{-1}$) (gauche) et fréquence (%) (droite) des courants dans les différentes directions. 9

Figure 4. Fréquence relative (%) des courants ayant une vitesse supérieure à 6, 12 et 18 $cm \cdot s^{-1}$. Les fréquences des courants de faible intensité (<6 $cm \cdot s^{-1}$) se distribuent sur un axe est-ouest correspondant à l'axe des courants de marée. 10

Figure 5. Abondance relative des groupes trophiques des nématodes en termes de nombre d'individus et de nombre d'espèces par groupe (M = microvores, CF = mangeurs de ciliés, DF = déposivores non-sélectifs, EF = brouteurs de surface, FP = prédateurs facultatifs, P = prédateurs). 12

RESUME

Tita G., Crémer J.-F., Long B. et Desrosiers G. 2004. Caractérisation environnementale d'un site mytilicole expérimental dans la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine (Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2559: v + 17 p.

Des activités mytilicoles expérimentales dans un site de la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine (Québec), ont commencé à l'été 2002. Une étude de caractérisation environnementale a été réalisée avant le début de ces activités. Des échantillons de sédiment, de macrofaune et de méiofaune benthiques ont été prélevés entre le 29 mai et le 2 juillet 2002. Un courantomètre a été positionné à proximité du site afin d'y étudier le régime de courants entre les mois de juillet et octobre. Cette étude représente une description des communautés benthiques de la partie sud de la baie de Plaisance qui pourra servir de référence lors d'une éventuelle évaluation de l'impact environnemental d'activités mytilicoles dans la zone d'étude.

ABSTRACT

Tita G., Crémer J.-F., Long B. et Desrosiers G. 2004. Caractérisation environnementale d'un site mytilicole expérimental dans la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine (Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2559: v + 17 p.

Experimental mussel seafarming activities were initiated in the Baie de Plaisance, Magdalen Islands (Québec), in summer 2002. An environmental assessment was done prior to the beginning of these activities. Samples of sediment, and benthic macrofauna and meiofauna were collected between May 29 and July 2 2002. A currentmeter was positioned in proximity to the site in order to monitor the current regime between July and October 2002. This study reports on the coastal benthic communities of the Baie de Plaisance. Results will be useful for impact studies of future mussel farming activities in the Baie de Plaisance.

1. INTRODUCTION

Depuis ses débuts, la culture de moules en suspension aux Îles-de-la-Madeleine s'est développée exclusivement à l'intérieur des milieux semi-fermés des lagunes de Havre-aux-Maisons et de Grande-Entrée. Des activités de captage de naissain de moules sont réalisées aussi dans le Bassin de Havre-Haubert. Les installations aquacoles occupent déjà la presque totalité des zones profondes des lagunes aptes aux pratiques d'élevage (profondeur > 4 m). Il s'ensuit que le développement futur de cette industrie en milieu lagunaire est limité par des contraintes spatiales.

L'utilisation de secteurs côtiers externes aux lagunes représente une opportunité intéressante de surmonter en partie ces contraintes spatiales. À ce propos, un projet pilote d'élevage de moules en suspension en milieu ouvert a démarré à l'été 2002, dans la baie de Plaisance. Ce projet, réalisé par les biologistes de la Station technologique maricole des îles de la Madeleine (STMIM) du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), servira à établir les paramètres et les techniques de production d'un élevage en milieu ouvert.

Avant le début de ces activités mytilicoles expérimentales, une étude de caractérisation environnementale a été réalisée. Cette étude fait l'objet du présent rapport. Plus particulièrement, l'habitat benthique (sédiments et communautés macrofauniques et méiofauniques) et le régime courantologique ont été étudiés. Les résultats de cette étude constituent une des rares descriptions des communautés benthiques des zones côtières des Îles-de-la-Madeleine. En effet, les études antérieures se sont concentrées surtout sur l'environnement lagunaire de l'archipel (Bourget et Messier 1983; Élouard et al. 1983; Groupe Environnement Shooner 1991). À l'extérieur des lagunes, Élouard et al. (1983) ont étudié la composition spécifique de la macrofaune à l'embouchure de la lagune de Grande-Entrée, au site de dépôt D positionné à environ 4,5 km au sud-est de l'embouchure de la même lagune, ainsi que le long d'un transect perpendiculaire à la côte de la dune du sud, à la hauteur de Pointe-aux-Loups. Quelques autres études ont été réalisées à l'occasion d'évaluations d'impact de dépôts de dragage dans les mêmes secteurs; cependant, ces études ayant un caractère de rapports techniques professionnels à diffusion limitée, sont très difficilement repérables et ne sont pas citées ici. D'autres études réalisées à l'extérieur des

lagunes concernent les populations de homard (Axelsen et Dubé 1978; Hudon et al. 1986; Hudon 1987; Hudon et Fradette 1988 et 1993; Hudon et Lamarche 1989; Gendron 1998; Gendron et Savard 2003), de crabe commun (Hudon et Lamarche 1989; Gendron et al. 1998) et d'oursin vert (Pelletier et al. 2001).

Les résultats de la présente étude prennent leur importance dans le contexte d'études d'évaluation de l'impact environnemental d'éventuelles activités aquacoles dans la baie de Plaisance et, plus en général, de la gestion environnementale des zones côtières des Îles-de-la-Madeleine (Sarakinos et al. 2001). En effet, ces résultats représentent l'état de l'habitat benthique de la baie de Plaisance avant le début d'une quelconque activité aquacole, notamment en ce qui concerne les caractéristiques des sédiments et des communautés benthiques.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Zone d'étude et échantillonnage

Le site mytilicole expérimental (500 x 500 m) se trouve dans la baie de Plaisance des Îles-de-la-Madeleine, à environ 8 km au sud-est de Cap-aux-Meules (Figure 1). Trois filières ont été installées le 28 juin 2002 pour des activités de captage de naissain et de grossissement de moules par la technique des boudins en suspension. La profondeur de l'eau à ce site est d'environ 19 mètres. Des images vidéo prises par un plongeur montrent un fond de sable fin relativement uniforme avec des petites rides sédimentaires (*ripple marks*).

Dix stations distribuées dans le site expérimental ont été échantillonnées pour des analyses des sédiments et des communautés benthiques (Figure 1 et Tableau 1). Le régime courantologique a été étudié à l'aide d'un courantomètre S4 (InterOcean Systems inc.) mouillé à proximité de la zone étudiée à 1 m au-dessus du fond, entre le 17 juillet et le 7 octobre, 2002.

À chaque station, un échantillon de sédiment, de macrofaune (faune retenue par un tamis avec un vide de maille de 1 mm) et de méiofaune (faune passant à travers un tamis ayant un vide de maille de 1 mm et retenue par un autre de 63 µm) ont été prélevés. Le sédiment a été échantillonné à l'aide d'une benne Peterson (surface d'échantillonnage = 305

mm x 305 mm). Un sous-échantillon d'environ 250 ml de sédiment a été prélevé de chaque prise de benne.

La macrofaune a été échantillonnée en utilisant la même benne Peterson (une prise de benne par station). Tout le contenu de la benne a été retenu pour les analyses en laboratoire. La méiofaune a été échantillonnée par un plongeur à l'aide d'un carottier (2.6 cm de diamètre par 10 cm de hauteur) à raison d'une carotte par station. Immédiatement après leur prélèvement, les échantillons de macrofaune et de méiofaune ont été fixés avec une solution tamponnée de formol à 4 %. Du colorant Rose de Bengale a été ajouté au formol afin de faciliter le tri des organismes en laboratoire.

Les sédiments et la macrofaune ont été échantillonnés le 29 mai et la méiofaune le 2 juillet 2002. Le décalage des deux dates a été causé par des problèmes techniques survenus après la première série d'échantillons.

2.2 Analyses sédimentologiques

Pour l'analyse granulométrique, environ 2 grammes de sédiments de chaque échantillon, préalablement homogénéisé, étaient placés dans une solution de 10 ml d'hexamétaphosphate de sodium et 20 ml d'eau déminéralisée. Après avoir été agités pendant une heure pour assurer la défloculation des argiles, les échantillons étaient analysés avec un granulomètre à diffraction laser (Analysette 22, Fritsch). Les mesures ont été réalisées sur 124 canaux de classes granulométriques, dans une fenêtre comprise entre 0.528 et 781.4 µm. Cette fenêtre a été choisie après quelques essais pour couvrir toutes les classes granulométriques présentes dans les échantillons. Le classement des sédiments (dispersion des valeurs de la distribution autour de la tendance granulométrique centrale) a été étudié en utilisant le coefficient de classement de Trask, $So = \sqrt{(Q3/Q1)}$, où Q1 représente le premier quartile de la distribution (la valeur de l'abscisse correspondant à 25 % des fréquences cumulées) et Q3 représente le troisième quartile de la distribution (correspondant à 75 % des fréquences cumulées). Le pourcentage de matière organique dans le sédiment a été estimé par la méthode de combustion à 500° C pendant 6h (Luczak et al. 1997).

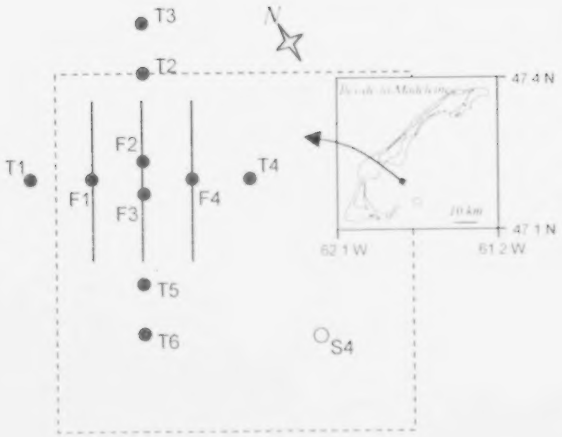


Figure 1. Zone d'étude. Le petit encadré montre la localisation de la zone d'étude dans la baie de Plaisance des Îles-de-la-Madeleine. La ligne discontinue représente le périmètre du site mytilicole expérimental (500 x 500 m). Les trois filières sont indiquées avec des lignes continues. Les points noirs indiquent les stations échantillonnées. Le cercle vide indique l'emplacement du courantomètre.

Tableau 1. Coordonnées (GPS) des dix stations échantillonnées et du courantomètre S4.

	Coordonnées	
F1	47° 21.5285' N	61° 45.4542' W
F2	47° 21.5231' N	61° 45.3939' W
F3	47° 21.5064' N	61° 45.4023' W
F4	47° 21.5006' N	61° 45.3422' W
T1	47° 21.5421' N	61° 45.5103' W
T2	47° 21.5781' N	61° 45.3647' W
T3	47° 21.6158' N	61° 45.3441' W
T4	47° 21.4868' N	61° 45.2864' W
T5	47° 21.4513' N	61° 45.4324' W
T6	47° 21.4133' N	61° 45.4533' W
S4	47° 21.4133' N	61° 45.4533' W

L'analyse de l'azote total (N_{tot}) et du carbone total (C_{tot}) et organique (C_{org}) a été réalisée en suivant les procédures du "Guide méthodologique de caractérisation des sédiments" publié par Environnement Canada (Centre St-Laurent 1992). Le carbone inorganique (C_{inorg}) a été calculé par simple soustraction de C_{org} à C_{tot}. Un analyseur CHNS (LECO, chns-932) a été utilisé à cet effet. Chaque échantillon a été dosé en duplicata et la valeur moyenne a été utilisée comme valeur représentative de l'échantillon. Les

concentrations des carbonates ($CaCO_3$) ont été obtenues à partir des valeurs de carbone inorganique avec l'équation standard % $CaCO_3$ = (% C_{inorg} x 100) / 12.

2.3 Analyses fauniques

2.3.1 Macrofaune

Les échantillons de macrofaune ont été analysés au laboratoire d'écologie benthique de l'Institut des sciences de la mer de l'Université du Québec à Rimouski (ISMER-UQAR). Les sédiments de chaque échantillon ont été tamisés en utilisant un vide de maille de 1 mm. Les organismes ont été triés par groupes taxonomiques principaux et l'identification des espèces a suivi.

Pour les polychètes, le groupe taxonomique le plus abondant, la diversité spécifique a été estimée en utilisant trois indices: la richesse spécifique (N), l'indice de Shannon-Wiener (H', avec base logarithmique = 2) et l'équitabilité (J').

2.3.2 Méiofaune

Les échantillons de méiofaune ont été analysés à la STMIM du MAPAQ. La méiofaune a été séparée du sédiment en employant la méthode de décantation (Higgins et Thiel 1988). Par la suite, elle a été lavée sur une colonne de deux tamis ayant un vide de maille de respectivement 1 mm et 63 µm. Les organismes ont été triés et identifiés aux niveaux taxonomiques supérieurs.

Conformément à la pratique des études sur la méiofaune, les nauplii des copépodes benthiques ont été considérés ici comme étant un groupe fonctionnel distinct des copépodes adultes. Ils se trouvent donc représentés séparément.

Afin d'estimer la diversité spécifique du groupe dominant, à savoir les nématodes, on a procédé à l'identification des espèces présentes à cinq stations (F1, F2, T2, T3, T5) sélectionnées de façon aléatoire parmi les dix. Dans ce but, 100 individus par échantillon (= station) ont été sélectionnés de façon aléatoire et montés sur des lames de microscopie selon la méthode à la glycérine décrite par McIntyre et Warwick (1984). Les groupes trophiques des nématodes ont aussi été étudiés en se basant sur la classification de Moens et Vincx (1997) et sur la base de leur association aux différentes espèces proposée par Tita et al. (1999). Les mêmes indices de diversité utilisés pour les polychètes ont été employés pour estimer la diversité spécifique des nématodes.

Les espèces du phylum des kinorhynchs trouvées aux stations T3 et T6 ont été identifiées au par le Dr Birger Neuhaus au Musée d'histoire naturelle de Berlin (Allemagne).

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 SÉDIMENT ET COURANTS

Les caractéristiques du sédiment étaient très uniformes entre les dix stations (Tableau 2). La teneur en matière organique du sédiment était de 2 % ± 0,16 (moyenne ± écart-type), en carbone organique de 0,28 % ± 0,047 et en azote total de 0,17 % ± 0,11. Du point de vue granulométrique, le sédiment correspond à du sable très fin (médiane = 90-102 μm). D'après l'échelle de Fuchtbauer, le classement du sédiment est défini comme étant "très bon" (So < 1,23). Ces caractéristiques granulométriques du sédiment suggèrent un régime hydrodynamique d'un niveau énergétique relativement constant dans le temps. En effet, les données courantologiques montrent des vitesses moyennes de 6,9 ± 3,72 cm · sec^{-1} avec des pics rarement dépassant 15 cm · sec^{-1} (Annexe 1).

Un sédiment ayant des caractéristiques très similaires à celui analysé dans cette étude a été étudié par Crémer (2003). Dans cette dernière étude une mobilisation du sédiment a été observée pour de courants d'une vitesse supérieure à 6 cm · s^{-1} et des processus d'érosion pour des courants supérieurs à 12 cm · s^{-1}.

Les vitesses et les directions des courants observés dans la baie de Plaisance (Figures 2, 3 et 4) suggèrent un transport net du sédiment en direction est-nord-est. D'ailleurs, la présence de rides sédimentaires révélée par des images vidéo confirme qu'il y a bien du transport sédimentaire par charriage. Malheureusement, les images vidéo n'ont pas permis de déterminer l'orientation des rides. Toutefois, l'ensemble de ces observations suggère que la dispersion des fèces et des pseudofèces des moules d'élevage en suspension soit facilitée par le régime courantologique. Il en résulterait, d'une part, une atténuation significative de l'impact des activités aquacoles sur le fond de la surface utilisée, et, d'autre part, la possibilité d'effets sur une zone plus étendue. L'intensité de ces effets dépendrait de la densité de stockage de l'élevage, ainsi que de la capacité assimilative de l'habitat benthique des secteurs considérés.

3.2 Macrofaune

Un total de 41 espèces macrofauniques ont été identifiées. Les polychètes constituaient le groupe dominant en terme d'abondance relative (84 %) et de nombre d'espèces (n = 13), suivis par les amphipodes (4,3 %, n = 10), les bivalves (4 %, n = 6) et les gastéropodes (4,1 %, n = 3). D'autres groupes étaient présents avec des densités très faibles (Tableau 3). Les indices de biodiversité étaient relativement faibles pour la macrofaune totale (H' = 2,00 ± 0,36; J' = 0,52 ± 0,07; N = 14,1 ± 2,6) comme pour les polychètes (H' = 1,17 ± 0,30; J' = 0,43 ± 0,08; N = 7 ± 1,8). L'espèce dominante était le polychaete *Ninoe nigripes*.

Une comparaison de nos résultats avec ceux obtenus par Élouard et al. (1983) dans un secteur 12-15 km plus au nord, montre certaines différences en terme de composition spécifique et de biodiversité des communautés macrofauniques. Ces différences pourraient être dues à la teneur en matière organique du sédiment dans le secteur étudié ici (1,71–2,13 %, cette étude) qui s'est révélé plus importante que dans le secteur étudié par Élouard et al. (1983) (0,25–0,71 %). Les caractéristiques granulométriques sont assez similaires dans les deux zones (sable fin), ainsi que la période d'échantillonnage (juin-juillet). En ce qui concerne les indices de diversité calculés sur la macrofaune totale, Élouard et al. (1983) rapportent des valeurs légèrement plus élevées (H' = 2,56 ± 0,85; J' = 0,58 ± 0,17; N = 18 ± 3,4) de celles observées dans l'étude présente.

Il est important de mentionner que les différences entre les deux études pourraient être dues aussi à des changements à l'échelle temporelle de l'habitat de la baie de Plaisance dans son ensemble plutôt qu'à de variations spatiales à l'intérieur de la baie. En effet, les deux études ont été réalisées à une saison comparable, mais l'une 19 ans avant la première. Une étude ultérieure, à l'échelle spatiale, serait nécessaire pour répondre à cette question.

3.3 Méiofaune

La densité moyenne de la méiofaune totale était de 15 369 ± 3 004 individus · 10 cm^{-2} (moyenne ± écart-type). Les nématodes étaient le groupe dominant (87 %) suivis par les nauplii (9 %) et les copépodes (3 %) (Tableau 4). Parmi les autres groupes, représentant collectivement <1 %, les kinorhynchs dominaient.

Soixante-deux espèces de nématodes ont été identifiées (Tableau 5). Les indices de diversité des nématodes (H' = 4,33 ± 0,38; J' = 0,88 ± 0,04; N = 31 ± 5,2) suggèrent un bon

état de santé de l'environnement étudié. L'étude des groupes trophiques montre que les nématodes brouteurs de surface (*epigrowth feeders*) dominent (Figure 5). Ceci suggère que les microalgues benthiques constituent la source de nourriture principale de la méiofaune. Cependant, la dominance de ce groupe trophique pourrait être liée à la période d'échantillonnage, voire à un patron saisonnier associé à des blooms de microalgues benthiques et planctoniques.

Trois espèces de kinorhynchs, un phylum animal jamais identifié au Canada au niveau des espèces, ont été identifiées: *Echinoderes* cf. *tchefouensis*, *Kinorhynchus* cf. *matinensis* et *Pychnophyes* sp. Cette dernière est une espèce nouvelle du genre *Pychnophyes* qui sera décrite dans une ultérieure publication.

Tableau 2. Caractéristiques du sédiment. MOT = matière organique totale.; Moy = moyenne; ET = écart-type; n.d. = donnée non-disponible.

	F1	F2	F3	F4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Moy	ET
Classes granulométriques (%)												
<3.9 µm	2,5	3,1	3,5	3,2	3,2	3,0	3,2	2,9	2,6	2,5	3,0	0,3
3.9-63 µm	11,8	15,9	17,0	15,6	17,1	16,1	15,9	13,8	13,0	12,2	14,9	2,0
63-125 µm	62,8	74,5	69,6	69,0	74,9	72,8	69,9	67,1	63,7	61,8	68,6	4,7
125-250 µm	22,8	6,4	9,9	12,1	4,8	8,1	11,1	16,1	20,7	23,5	13,6	6,8
Taille particules (µm)												
Moyenne	98	84	85	87	83	85	87	92	95	99	89	6,0
Médiane	102	91	93	95	90	92	94	99	100	102	96	4,5
Mode	108	100	102	106	101	102	106	108	108	108	105	3,2
Asymétrie (Skweness)	-0,57	-0,95	-0,82	-0,84	-0,96	-0,90	-0,85	-0,87	-0,57	n.d	-0,81	0,15
Acuité (Kurtosis)	0,38	0,25	-0,06	0,08	0,24	0,18	0,07	0,25	0,31	n.d	0,19	0,14
Coefficient de Trask (So)	0,81	0,81	0,81	0,79	0,79	0,81	0,79	0,81	0,81	0,81	0,81	0,01
MOT (% poids sec sédiment)	2,03	2,02	2,13	2,24	1,71	2,00	n.d	2,20	1,95	1,90	2,02	0,16
N_{tot} (% poids sec sédiment)	0,18	0,25	0,29	0,39	0,09	0,08	0,10	0,12	0,07	0,10	0,17	0,11
C_{tot} (% poids sec sédiment)	0,39	0,40	0,29	0,36	0,47	0,38	0,39	0,39	n.d	0,39	0,38	0,047
C_{org} (% poids sec sédiment)	0,26	0,36	0,26	0,23	0,33	0,25	0,31	0,24	n.d	0,32	0,28	0,047
$CaCO_3$ (% poids sec sédiment)	1,08	0,33	0,25	1,08	1,17	1,08	0,67	1,25	n.d	0,58	0,83	0,002

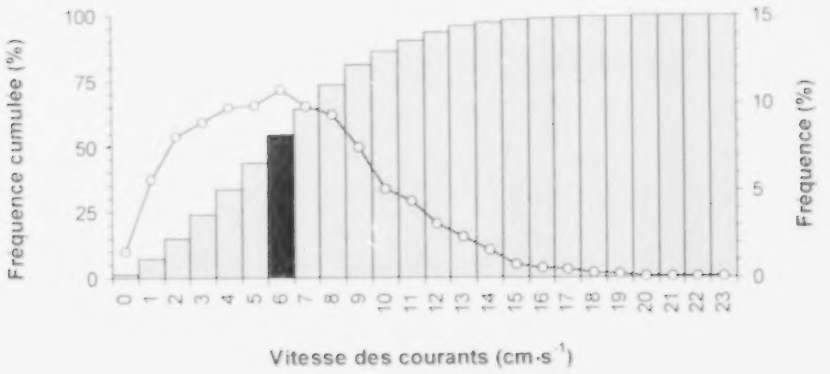


Figure 2. Fréquence cumulée (barres) et fréquence simple (courbe) des vitesses des courants d'eau enregistrées par le courantomètre S4 (fréquence de lecture = 20 minutes; Nombre total de lectures = 5 915). La valeur nominale de chaque classe de l'abscisse représente la valeur minimum de l'intervalle de vitesse correspondant. La barre foncée représente l'intervalle de la vitesse moyenne des courants (6-7 cm · s^{-1}).

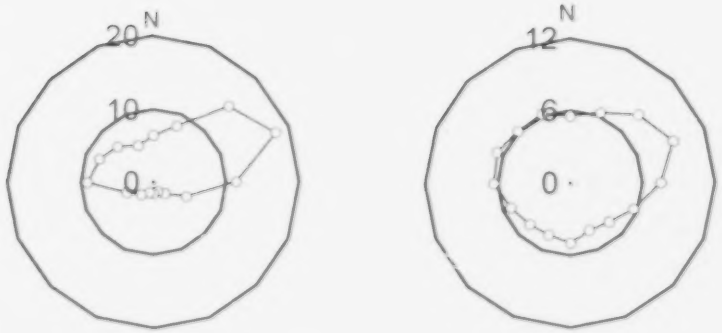
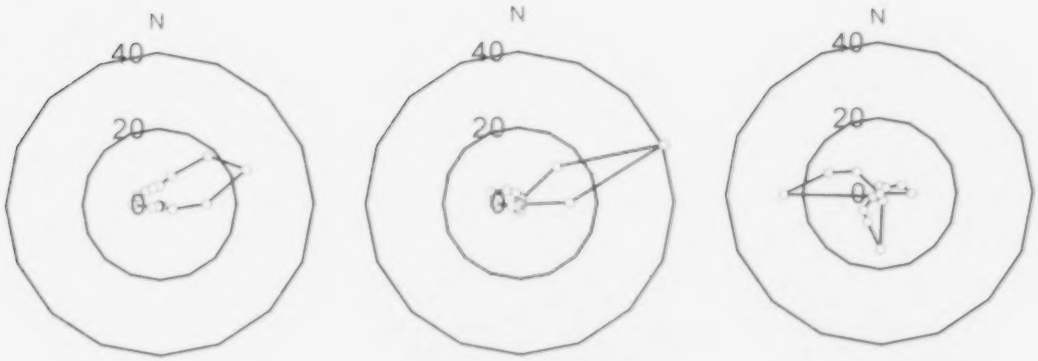


Figure 3. Vitesse moyenne (cm · s^{-1}) (gauche) et fréquence (%) (droite) des courants dans les différentes directions.



>6 cm·s^{-1}
56 % des lectures

>12 cm·s^{-1}
9.5 % des lectures

>18 cm·s^{-1}
0.8 % des lectures

Figure 4. Fréquence relative (%) des courants ayant une vitesse supérieure à 6, 12 et 18 cm · s^{-1}. Les fréquences des courants de faible intensité (<6 cm · s^{-1}) se distribuent sur un axe est-ouest correspondant à l'axe des courants de marée.

Tableau 3. Composition et abondance (nombre d'individus par échantillon) de la macrofaune aux dix stations échantillonnées avec une benne Peterson (surface d'échantillonnage = 305 x 305 mm).

	F1	F2	F3	F4	T1	T2	T3	T4	T5	T6
POLYCHETES										
Ampharete grubei	3		1	2	1	1	2		3	2
Euclymène oerstedii	6	3	4	13	6	16	3	4	11	8
Glycera capitata	3	5	1	1	5	3	1		1	1
Goniada maculata			1							
Nephtys bucera				1	1					
Nephtys caeca			2		1		2			2
Nephtys ciliata									1	
Nephtys discors							2		1	
Nephtys incisa					1	1	1		1	
Ninoe nigripes	74	83	97	89	100	47	59	56	36	83
Phyllodoce maculata	1	2	1				1	2		
Scoloplos armiger							1			
Spiophanes bombyx	3	6	3	10	35	2	3	2	2	6
Total polychètes	**90**	**99**	**110**	**116**	**150**	**70**	**75**	**64**	**56**	**102**
BIVALVES										
Cerastoderma pinnulatum								1		
Cyrtodaria siliqua		1								
Macoma calcarea							1			
Nucula delphinodonta	7		10	4	7	2	3	1	1	6
Spisula polynyma			1	1					1	
Spisula solidissima	1		1		2				1	
Total bivalves	**8**	**1**	**12**	**5**	**9**	**2**	**4**	**2**	**3**	**6**

GASTÉROPODES										
Llyanassa trivittatus	3		1			3				
Nassarius trivittatus			8		8			6	6	7
Nucula delphinodonta			2	1						
Total gastéropodes	3	0	11	1	8	3	0	6	6	7
AMPHIPODES										
Ampelisca macrocephala							1			1
Calliopius laeviusculus							1			
Gammaropsis nitida								1	1	
Gammarus oceanicus	2			7				1		3
Hyale nilssoni				2						
Ischyrocerus anguipes			2							2
Monoculodes sp.					1					
Monoculodes sp.		1								
Photidae *sp.*			9		13	2	1	1	1	
Phoxocephalus holbolli										1
Total amphipodes	2	1	11	9	14	2	3	3	2	7
OSTRACODES										
Sp. 1	2	1	1	3	2	2	1			
Sp. 2										1
Total ostracodes	2	1	1	3	2	2	1	0	0	1
ISOPODES										
Chiridotea caeca	1			1	2	3				
Idotea baltica				1						
Idotea phosphorea			2						1	
Total isopodes	1	0	2	2	2	3	0	0	1	0
CUMACÉS										
Diastylis sp.								1	1	
Leptocuma sp.	1	1		2		1				
Oxypostylis sp.		1								
Total cumacés	1	2	0	2	0	1	0	1	1	0
ÉCHINODERMES										
Echinarachnius parma				1	1					
Total échinodermes	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
GRAND TOTAL	107	104	147	139	186	83	83	76	69	123

Tableau 4. Composition et abondance (nombre d'individus par 10 cm^2) de la méiofaune dans les dix stations échantillonnées; Moy = moyenne; ET = écart-type.

Station	F1	F2	F3	F4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Moy	SD
Nématodes	19 210	15 705	15 995	9 148	11 668	12 904	11 452	10 094	13 606	14 456	13 424	3 037
Copépodes	467	509	337	618	420	369	682	364	573	520	486	116
Nauplii	1 443	1 426	716	1 723	1 281	1 128	1 416	1 145	1 893	1 761	1 393	350
Kinorhyncha	87	60	34	32	49	81	64	75	57	66	60	18
Polychètes	0	4	6	6	4	0	2	2	6	4	3	2
Oligopolychètes	2	0	0	0	0	2	4	2	0	0	1	1
Ostracodes	2	6	0	0	0	0	2	2	4	8	2	3
TOTAL	**21 210**	**17 709**	**17 087**	**11 527**	**13 422**	**14 484**	**13 621**	**11 683**	**16 138**	**16 814**	**15 369**	**3 004**

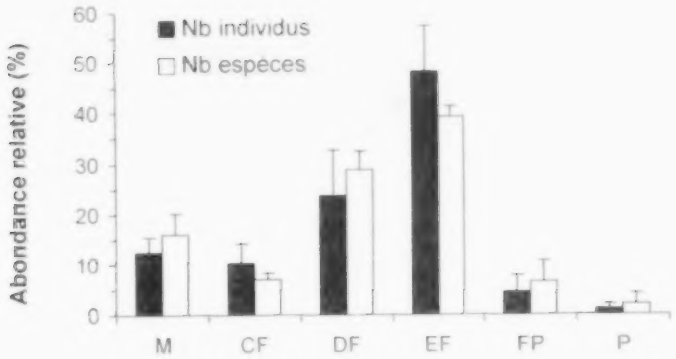


Figure 5. Abondance relative des groupes trophiques des nématodes en termes de nombre d'individus et de nombre d'espèces par groupe (M = microvores, CF = mangeurs de ciliés, DF = déposivores non-sélectifs, EF = brouteurs de surface, FP = prédateurs facultatifs, P = prédateurs).

Tableau 5. Abondance relative (%) des espèces de nématodes identifiées à cinq stations aléatoirement sélectionnées; Moy = abondance relative moyenne; G.F. = groupes trophiques (voir figure 5 pour légende).

	G.F.	F1	F2	T2	T3	T5	Moy
Desmodora (Desmodorella) sp.	EF	13,9	5,1	9,8	13,6	24,1	13,3
Microlaimus sp.	EF	22,8	9,0	9,8	10,7	12,6	13,0
Odontophora sp.	CF	7,6	6,4	5,9	7,8	11,5	7,8
Terschellingia sp.2	M	1,27	6,4	8,8	6,8	3,4	5,3
Sabatieria cf. *punctata*	DF	1,27	12,8	2,0	6,8	1,15	4,8
Richtersia sp.	DF	3,8	11,5	2,9	3,9	1,15	4,7
Paracanthonchus sp.	EF		1,28	5,9	5,8	4,6	3,5
Anticoma sp.2	M	2,5	2,6	2,9		9,2	3,4
Monoposthia costata	EF	5,1	3,8	2,9	0,97	3,4	3,3
Ammotheristus sp.	DF	1,27	2,6	2,9	2,9	5,7	3,1
Paracyatholaimus occultus	EF	2,5	1,28	2,9	6,8	1,15	2,9
Pomponema sp.	FP	2,5	6,4	2,9			2,4
Paramonohystera sp.	DF		1,28	0,98	4,9	3,4	2,1
Axonolaimus sp.	CF	1,27	1,28	2,0		5,7	2,1
Paralinhomoeus sp.	DF	2,5	2,6	3,9	0,97		2,0
Chromadora sp.	EF	1,27	2,6	2,9	1,94		1,74
Chromadorita sp.3	EF	2,5	1,28	0,98	3,9		1,74
Ptycholaimellus cf. *ponticus*	EF	1,27	3,8	0,98	1,94		1,61
Desmolaimus sp.	DF	3,8	2,6	0,98			1,47
Sabatieria cf. *longispinosa*	DF			2,9	0,97	2,3	1,24
Neochromadora sp.	EF			2,0	1,94	1,15	1,01
Mesacanthion sp.	P	2,5			0,97	1,15	0,93
Sabatieria cf. *ornata*	DF	1,27	1,28	2,0			0,90
Oncholaimellus sp.	FP	1,27	1,28	0,98	0,97		0,90

Prochromadorella sp.2	EF	1,27		2,0		1,15	0,88
Parachromadorita sp.2	EF	1,27			1,9	1,15	0,87
Dichromadora sp.	EF	1,27		0,98	1,9		0,84
Metacomesoma sp.	DF	1,27	1,28			1,15	0,74
Cyartonema sp.	M	1,27	1,28		0,97		0,70
Megadesmolaimus sp.	DF	1,27		2,0			0,65
Nannolaimus sp.	M	1,27		2,0			0,65
Actinonema cf. *pachydermatum*	EF		2,6				0,51
Daptonema sp.1	DF		1,28		0,97		0,45
Hopperia sp.	EF		1,28		0,97		0,45
Chromadorita sp.4	EF	1,27		0,98			0,45
Metalinhomoeus sp.	DF	1,27		0,98			0,45
Tricoma sp.	M	1,27			0,97		0,45
Innocuonema sp.	EF			2,0			0,39
Neotonchus sp.	EF			2,0			0,39
Viscosia sp.	FP			2,0			0,39
Daptonema sp.2	DF				1,9		0,39
Rhabdodemania sp.	FP				1,9		0,39
Camacolaimus sp.	EF		1,28				0,26
Eurystomina sp.	FP		1,28				0,26
Southerniella sp.	M		1,28				0,26
Endeolophos cf.	EF	1,27					0,25
Halalaimus sp.2	M	1,27					0,25
Paralongicyatholaimus sp.	EF	1,27					0,25
Pontonema sp.	FP	1,27					0,25
Aegialoalaimus sp.2	M					1,15	0,23
Linhomoeus sp.2	EF					1,15	0,23
Rhabditis sp.	M					1,15	0,23
Rhabdocoma sp.	M					1,15	0,23
Aegialoalaimidae	M			0,98			0,20
Chromadorina sp.	EF			0,98			0,20
Eleutherolaimus sp.2	DF			0,98			0,20
Sabatieria cf. *breviseta*	DF			0,98			0,20
Tripyloides sp. 2	CF			0,98			0,20
Chromadorita sp.1	EF				0,97		0,19
Elzalia sp.	CF				0,97		0,19
Pselionema sp.	M				0,97		0,19
Trefusia sp.	M				0,97		0,19

4. CONCLUSIONS

Les résultats de cette étude relatifs aux communautés benthiques et au sédiment réfèrent à une période de l'année spécifique (juin-juillet). Il est important que les éventuelles études d'impact de la mariculture dans la baie de Plaisance prévoient les activités d'échantillonnage à la même période de l'année afin de prévenir un effet de saisonnalité dans la comparaison de résultats.

La dominance du groupe trophique des brouteurs de surface chez les nématodes suggère que les microalgues benthiques représentent la source alimentaire principale de la

méiofaune. Le développement local d'activités conchylicoles pourrait entrainer une dominance des déposivores, suite à une augmentation du flux de matière organique vers les sédiments. L'abondance des organismes benthiques pourrait aussi en être affectée. L'importance de ces changements dépendrait de l'intensité de l'activité mytilicole et du régime courantologique.

Les observations courantologiques suggèrent un transport du sédiment par charriage en direction est-nord-est qui faciliterait une dispersion relativement rapide des fèces et des pseudofèces des moules d'élevage en suspension. Ceci aurait pour effet l'atténuation de l'impact des activités mytilicoles sur l'habitat benthique. À cet égard, il faut mentionner encore une fois la période d'observation courantologique entre juillet et octobre. La direction des courants pourrait changer de 45° à 90° vers le sud entre les mois de décembre et avril, suivant les vents dominants de nord-ouest pendant cette période. Des observations additionnelles devraient donc être réalisées fin de connaître le régime courantologique au cours des autres périodes de l'année.

5. REMERCIEMENTS

Des remerciements particuliers vont à Marie-Claude Miousse (Entente MAPAQ-UQAR) pour l'analyse de la méiofaune et à Laure De Montety (UQAR) pour l'analyse de la macrofaune. On remercie également le Dr Marcel Frechette et le Dr Chris McKindsey (IML-MPO) pour leurs précieux commentaires et corrections du manuscrit. Cette étude a été réalisée grâce à l'appui financier de la Direction de l'innovation et des technologies (DIT) du MAPAQ et au support logistique de la Station technologique maricole des Îles-de-la-Madeleine (STMIM-MAPAQ).

6. RÉFÉRENCES

Axelsen, F. et Dubé, P. 1978. Comparative study of the lobster (*Homarus americanus*) from different fishing regions of the Magdalen Islands. Cah. Inf. Rech. Pêches Marit. (Que. Prov.) 86: 71 pp.

Bourget, E. et Messier, D. 1983. Macrobenthic density, biomass, and fauna of intertidal and subtidal sand in a Magdalen Islands lagoon, Gulf of St. Lawrence. Can. J. Zool. 61 (11): 2509-2518

Crémer J.-F. 2003. Caractérisation et interprétation des structures de remaniement sédimentaires à l'aide de la tomographie axiale. Relation entre la construction et la conservation des figures sédimentaires. Thèse (Ph.D.) Université du Québec à Rimouski, Rimouski (Québec). 238 p.

Élouard, B., Desrosiers, G., Bréthes, J.-C. et Vigneault, Y. 1983. Étude de l'habitat du poisson autour des îlots crées par des déblais de dragage: lagune de Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1209: 77 p.

Centre Saint-Laurent. 1992. Guide méthodologique de caractérisation des sédiments. Environnement Canada, no. EN 40-412/1991F, ISBN 0-662-20452-2, 156 p.

Gendron, L. (éd.) 1998. Proceedings of a workshop on lobster stock enhancement held in the Magdalen Islands (Québec) from October 29 to 31, 1997. Can. Ind. Rep. Fish. Aquat. Sci. 244: 135 p.

Gendron, L., Brulotte, S., Cyr, C. et Savard, G. 1998. Développement de la pêche et état de la ressource de crabe commun (*Cancer irroratus*) en Gaspésie et aux Iles-de-la-Madeleine (Québec) de 1995 à 1997. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2248: 37 p.

Gendron, L. et Savard, G. 2003. État des stocks de homard aux Îles-de-la-Madeleine (zone 22) en 2002. SCCS. Document de recherche 2003/058, 55 pp.

Groupe Environnement Shooner. 1991. Programme de dragage d'entretien du chenal maritime de Mines Seleine, Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine. Étude d'impact sur l'environnement soumise au Ministère de l'Environnement du Québec, 311 p.

Higgins, R.P. et Thiel, H. (eds). 1988. Introduction to the study of Meiofauna. Smithsonian Institute Press, Washington, DC, 488 p.

Hudon, C. 1987. Ecology and growth of postlarval and juvenile lobster, *Homarus americanus*, off Iles de la Madeleine (Quebec). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44 (11): 1855-1869

Hudon, C. et Fradette, P. 1988. Planktonic growth of larval lobster (*Homarus americanus*) off Iles de la Madeleine (Quebec), Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45 (5): 868-878

Hudon, C. et Fradette, P. 1993. Wind-induced advection of larval decapods into Baie de Plaisance (Iles de la Madeleine, Quebec). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50 (7): 1422-1434

Hudon, C., Fradette, P., et Legendre, P. 1986. La répartition horizontale et verticale des larves de homard (*Homarus americanus*) autour des îles de la Madeleine, golfe du Saint-Laurent. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43 (11): 2164-2176

Hudon, C., Lamarche, G. 1989. Niche segregation between American lobster *Homarus americanus* and rock crab *Cancer irroratus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 52: 155-168

Luczak, C., Janquin, M.-A. et Kupka, A. 1997. Simple standard procedure for the routine determination of organic matter in marine sediments. Hydrobiologia 345: 87-94

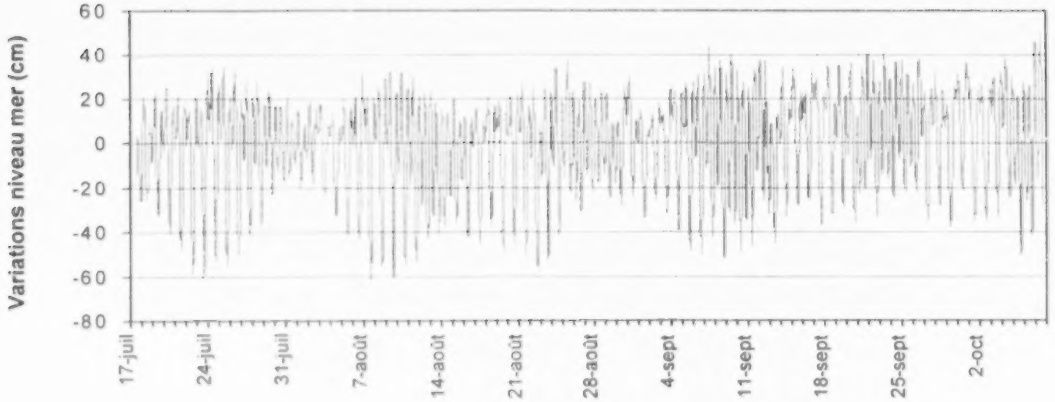
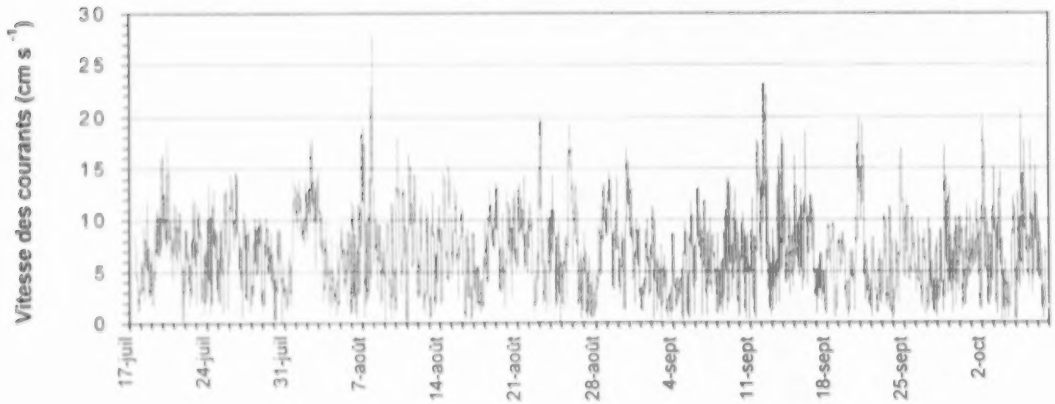
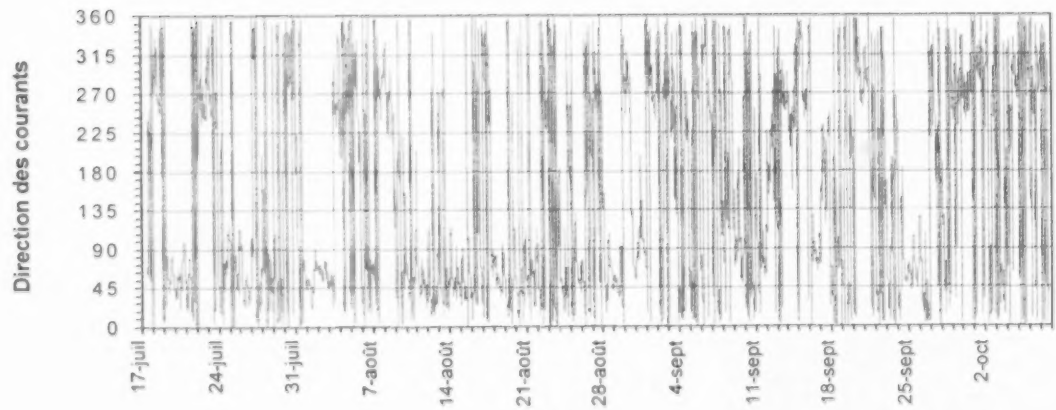
McIntyre A.D. et Warwick R.M. 1984. Meiofauna techniques. *In* Methods for the study of marine benthos. Édité par N.A. Holme et A.D. McIntyre. Oxford, Blackwell Science (IBP Handbook, 16), pp. 217-244

Moens T. et Vincx, M. 1997. Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. J. Mar. Biol. Ass. UK 77: 211-227

Pelletier, L., Gauthier, P., Nadeau, M. 2001. L'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) des Îles-de-la-Madeleine: description des agrégations et potentiel d'exploitation. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2362 35 p.

Sarakinos, H., Nicholls, A.O., Tubert, A., Aggarwal, A. et Margules, C.R. 2001. Area prioritization for biodiversity conservation in Quebec on the basis of species distributions: a preliminary analysis. Biodivers. Conserv. 10 (9): 1419-1472

Tita, G., Vincx, M., Desrosiers, G. 1999. Size spectra, body width and morphotypes of intertidal nematodes: an ecological interpretation. J. Mar. Biol. Ass. UK 79: 1007-1015

ANNEXE 1

Données hydrologiques (courantomètre S4)